Л.С. Ляшенко

ИНФРАКРАСНАЯ ДИАГНОСТИКА КАРИОЗНЫХ ПОРАЖЕНИЙ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ

INFRARED DIAGNOSTICS OF CARIES-AFFECTED OF HARD DENTAL TISSUES

Приведены результаты исследований спектрально- люминесцентных характеристик различных поверхностей твердых тканей зуба in vitro при использовании для возбуждения излучения лазерных источников. Установлено, что наиболее подходящими источниками излучения для данного метода являются источники света инфракрасной области спектра, так как это излучение находится в области прозрачности тканей зуба, что позволяет регистрировать флуоресценцию патологических образований от более глубоко расположенных слоев. Показано, что применение разработанного спектрометрического комплекса, использующего для возбуждения излучение полупроводникового лазера с длиной волны 684 нм, позволяет эффективно выявлять патологии твердых тканей зуба и дифференцировать тяжесть кариозного процесса по изменению интенсивности свечения интактных и кариозных областей зубной поверхности.

Ключевые слова: зубная эмаль, кариес, твердые ткани зуба, флуоресценция, диагностика.

The paper presents a study of the spectral and luminescence characteristics obtained for different surfaces of hard dental tissues in vitro when using laser excitation. The results considered point to the effectiveness of the laser-induced fluorescence method in diagnostication of dental caries due to optical probing of dental health. It has been established that infra-red light sources are most appropriate as this radiation falls within the transparency region of dental tissues enabling recording of fluorescence from pathologic formations in the deep-lying layers. It has been found that, owing to the development of a spectrometric system that uses for radiation excitation a semiconductor laser operating at the wavelength 684 nm, pathologies of hard dental tissues may be revealed effectively. Besides, severity of the carious process may be differentiated by changes in the fluorescence intensity of the intact and caries-affected areas of dental surfaces.

Keywords: enamel, caries, hard dental tissues, fluorescence, diagnostics.

БГУ, Минск, Беларусь.

Кариес относится к одной из наиболее встречающихся патологий твердых тканей зуба, социальная актуальность этого заболевания определяется его большим распространением среди населения нашей страны и мира в целом. Наряду со всем известными визуальными и инструментальными методами определения кариеса большие возможности связывают с методом инфракрасной флуоресцентной диагностики. Метод основан на различиях в интенсивности флуоресценции здоровых и поврежденных кариесом тканей. В настоящее время проводятся исследования, посвященные изучению флуоресценции здоровых и патогенных твердых тканей зуба. В работах [1; 2] установлено, что более интенсивная флуоресценция кариозных поражений связана с наличием в них производных порфирина, как продуктов жизнедеятельности кариесогенных бактерий.

Задачей исследования являлась разработка методически простого и информативного способа ранней инфракрасной диагностики кариеса зубов.

Исследованию подвергались зубы, экстрагированные по медицинским показаниям. Образцы были разделены на две группы: контрольную, включающую интактные зубы и основную – зубы, пораженные кариесом. Для исследования спектрально- люминесцентных свойств твердых тканей зуба применялся разработанный спектрометрический комплекс с полупроводниковым лазерным источником

излучения длиной волны 684 нм и мощностью на выходе 10 мВт [1]. Длиноволновое излучение меньше поглощается и рассеивается эмалью зуба и придесневыми тканями, следовательно, использование инфракрасного источника излучения позволит увеличить глубину обнаружения кариозных разрушений и избежать влияния собственной флуоресценции биологических тканей [2]. Для уменьшения уровня рассеянного света в приборе использовался светофильтр, пропускающий излучение с длинами волн более 720 нм. Подвод возбуждающего излучения к испытуемой поверхности и сбор света флуоресценции в спектрометре осуществлялся с помощью световода.

Полученные спектры флуоресценции *in vitro* различных областей зуба представляют собой широкую полосу с четко выраженным пиком вблизи 755 нм (рис. 1). При таком возбуждении и использовании отрезающего фильтра описанного спектрометра, регистрируются лишь длинноволновые участки спектров флуоресценции исследуемых тканей. Вследствие этого, форма регистрируемых спектров и положение максимума остаются идентичными для здоровых и пораженных кариозным процессом твердых тканей зуба. Тем не менее, непораженные и пораженные твердые ткани существенно различаются по величине регистрируемого сигнала флуоресценции. Наименьшей интенсивностью флуоресценции обладает интактная поверхность зубов. Интенсивность флуоресценции увеличивается с увеличением степени кариозной деминерализации. Анализ изменения интенсивности флуоресценции позволяет определить границы локализации патологической области. Кроме того, при регистрации спектров отложений зубного камня также фиксировался резкий рост интенсивности флуоресценции по сравнению с интактной областью, форма спектра при этом не изменяется (рис. 2).

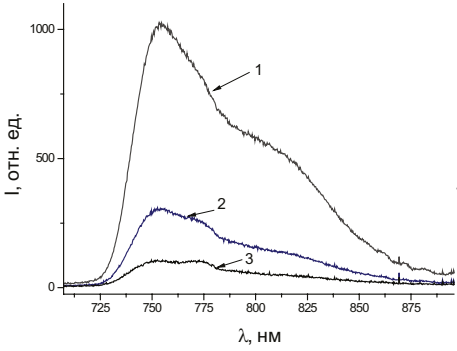

Рис. 1
Спектры флуоресценции пораженной поверхности (*1*), на границе пораженной области (*2*) и от интактной поверхности (*3*)

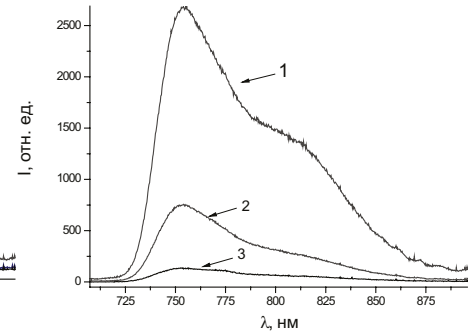

Рис. 2
Спектры флуоресценции зубного камня (*1*), на границе с зубным камнем (*2*) и от интактной поверхности (*3*)

Следовательно, увеличение интенсивности в спектре флуоресценции твердой ткани зуба по сравнению с интактной поверхностью свидетельствует о наличии проблемы: или кариес или зубной камень. Для определения природы регистрируемого свечения проводилась очистка поверхности зубов. Сохранение относительной интенсивности в спектре флуоресценции после очистки поверхности от отложений зубного камня свидетельствовало о проявлении кариозного участка.

Метод инфракрасной диагностики с использованием разработанного спектрометрического комплекса позволяет выявить кариозные поражения на основе регистрации относительной интенсивности флуоресценции интактной и патологически измененной поверхности твердой ткани зубов.

Установлено, что определение ранних кариозных изменений методом лазерно-возбуждаемой флуоресценции достаточно эффективно достигается при возбуждении излучения исследованными лазерными источниками. Показано, что для исследования спектрально- люминесцентных свойств твердых тканей зуба оптимальным является спектрометрический комплекс, в качестве источника излучения в котором используется свет полупроводникового лазера с длиной волны 684 нм. Разработанный спектрометрический комплекс с ИК-источником излучения позволяет по изменению интенсивности свечения интактных и кариозных областей зубной поверхности обнаруживать участки кариозных поражений, а также проводить дифференциацию тяжести кариозного процесса.

Литература

1. Лазерный спектрометрический комплекс для флуоресцентной диагностики области локализации опухолей / М.П. Самцов [и др.] // Квантовая электроника: материалы V Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 22–25 нояб. 2004 г. Минск, 2004.

2. The optical diagnostics of parameters of biological tissues of human intact skin in near-infrared range / V. Petruk [et al.] // Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments. 2016. V. 100313. P. 100313C-1–100313C-7.